

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 1 月 22 日 (22.01.2004)

PCT

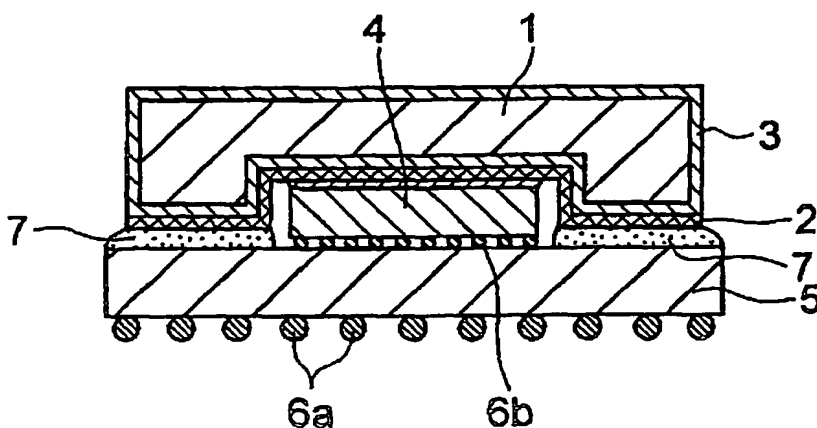
(10) 国際公開番号  
WO 2004/008530 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 23/36, 23/373 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上武 和弥 (KAMI-TAKE, Kazuya) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県 伊丹市 昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 安部 誘岳 (ABE, Yugaku) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県 伊丹市 昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 檢垣 賢次郎 (HIGAKI, Kenjiro) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県 伊丹市 昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008624
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 7 日 (07.07.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
✓ 特願 2002-207702 2002 年 7 月 17 日 (17.07.2002) JP  
✓ 特願 2003-098759 2003 年 4 月 2 日 (02.04.2003) JP
- (74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒554-0024 大阪府 大阪市此花区 島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府 大阪市中央区 北浜四丁目 5 番 33 号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,

[続葉有]

(54) Title: MEMBER FOR SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 半導体装置用部材



(57) Abstract: A member for a semiconductor device which has, as a base material (1), an alloy or a composite material comprising Cu and W and/or Mo as a main component, an alloy or a composite material comprising Al-SiC as a main component, and an alloy or a composite material comprising Si-SiC as a main component, and also has a coating layer comprising a hard carbon film (2) formed on the surface of the base material (1) for the joining by the use of a resin of at least another member such as a package. The base material (1) preferably has a surface roughness of 0.1 to 20  $\mu\text{m}$  in terms of  $R_{\text{max}}$ , and the hard carbon film (2) preferably

has a thickness of 0.1 to 10  $\mu\text{m}$ . The above member for a semiconductor device, such as a substrate, is improved in the joining strength in joining with a resin and is capable of retaining high strength in joining with a resin after a reliability test such as a temperature cycle test, that is, exhibits excellent characteristics for the joining with a resin.

(57) 要約: 基板等の半導体装置用部材について、樹脂との接合における接合強度を改善し、温度サイクル試験等の信頼性試験後においても高い樹脂接合強度を維持し得る、優れた樹脂接合性を有する部材を提供する。W及び/又はMoとCuとを主成分とする合金又は複合体、Al-SiCを主成分とする合金又は複合体、又はSi-SiCを主成分とする合金又は複合体を基材1とする半導体装置用部材であり、この基材1の少なくともパッケージ等の他の部材が樹脂を用いて接合される面に硬質炭素膜2からなる被覆層を有する。この基材1の表面粗さは $R_{\text{max}}$ で0.1~20  $\mu\text{m}$ であることが好ましく、硬質炭素膜2の厚みは0.1~10  $\mu\text{m}$ であることが好ましい。



LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,  
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,  
SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,  
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),

OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

## 明細書

### 半導体装置用部材

#### 技術分野

- 5      本発明は、半導体装置を構成するヒートシンク、放熱基板、ハウジング等に用いられる部材、特に良好な樹脂接合が可能な半導体装置用の部材、及びこれを用いた半導体装置に関するものである。

#### 背景技術

- 10      半導体装置用部材の一つである基板を構成する材料には、他の装置用部材を組み合わせた場合に、組み合わせ界面において熱応力による歪みを発生しないことが求められる。そのため、基板材料の熱膨張率は、半導体素子やパッケージ等の他の装置用部材を構成する材料と大きな差がないことが要求される。特に、最近の半導体装置の小型軽量化に伴い、放熱基板の材料としては、熱伝導率が高く、
- 15      同時に熱膨張率が半導体素子やパッケージ等と大差なく、しかも軽量な材料が要求されている。

- これらの要求を満たす有望な基板材料として、W及び／又はMoとCuとを主成分とする合金又は複合体、即ちCu-W又はCu-Mo合金又は複合体が知られている。また、Al又はAl合金中にSiCを粒子状に分散させた、Al-SiCを主成分とする合金又は複合体、並びにSi又はSi合金中にSiCを粒子状に分散させた、Si-SiCを主成分とする合金又は複合体についても知られている。
- 20

- 尚、放熱基板を含めた半導体装置用部材には高度な耐食性が要求されるが、これらを構成する合金又は複合体は裸材では耐食性が得られないため、従来から表面にNiやAu等のメッキが施されてきた。これらのメッキ層は、従来から行われている基板材料とパッケージ等の材料との半田付けの際に、濡れ性や接合強度を保つためにも必要であった。
- 25

しかし、近年においては、放熱基板とパッケージ等の接合方法として、半田付けよりも低コストであり、低い温度で接合が可能な、樹脂を用いる接合が主流に

なりつつある。従来の樹脂を用いたパッケージ等においては、メッキ前の放熱基板とリードフレーム等の他の半導体装置用部材とをトランスファーモールド等の方法で接合した後、メッキを施していた。しかし近年では、放熱基板等に予めメッキを施した後、エポキシ系、ポリイミド系等の液状樹脂、シート状樹脂等を用いてパッケージ基板等に接合する方法が用いられるようになってきた。

かかる樹脂接合法の場合、従来からメッキ層として通常使用されているNiやAuは一般的に樹脂との接合性が悪く、必要な接合強度を得ることができないという問題が生じている。特に、 $-65^{\circ}\text{C}$ と $+150^{\circ}\text{C}$ の温度に交互にさらす温度サイクル試験や、温度 $121^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度(RH)100%、2気圧の状態にさらすPCT試験、あるいは温度 $131^{\circ}\text{C}$ 、85%RH、2気圧の状態にさらすHAST試験等の各種信頼性試験後に、樹脂接合強度の劣化が著しかった。

一方、樹脂接合性の高い金属材料として、自然酸化膜が形成されやすいAl及びCuがある。しかし、AlやCuにおいても、バルク材の自然酸化膜と樹脂との接合強度は、特に上記の各種信頼性試験後の接合強度において充分ではない。また、Cu-W及びCu-Mo等のW及び/又はMoとCuとを主成分とする合金又は複合体は、部分的にCuの自然酸化膜生成面が存在するが、これだけでは樹脂との接合強度が低いため、単独では満足な樹脂接合強度を得ることができなかった。

そこで、AlやCu等の金属材料の樹脂接合性を改良することが試みられ、各種の方法が提案されている。例えば、特開昭61-295692号公報及び特開昭61-295693号公報には、インバー板又は銅クラッドインバー板の基材の一面に厚みが $500\mu\text{m}$ 程度までのAl等を蒸着又はメッキし、エポキシ樹脂等の絶縁層を介して配線回路を形成することにより、基材と樹脂絶縁層との接合強度を改善する方法が開示されている。

また、特開平10-284643号公報には、Cu-W又はCu-Mo合金に粒径 $0.1\sim 10\mu\text{m}$ の結晶粒子からなるAl被覆層を施し、そのAl被覆層の表面に厚み $10\sim 800\text{\AA}$ の酸化層を形成することにより、樹脂接合強度を改善する方法が開示されている。

しかしながら、近年における半導体素子の高速化に伴い、半導体素子からの発

熱がより一層大きくなっているため、基板とパッケージとの間の樹脂接合強度を従来よりも更に高めること、特にH A S T試験等の信頼性試験後においても樹脂接合強度の劣化を少なくすることが要望されている。

特許文献 1

5 特開昭 6 1 - 2 9 5 6 9 2 号公報

特許文献 2

特開昭 6 1 - 2 9 5 6 9 3 号公報

特許文献 3

特開平 1 0 - 2 8 4 6 4 3 号公報

10

発明の開示

本発明は、上記した従来の事情に鑑み、C u - W 又は C u - M o 、 A l - S i C 、 S i - S i C 等の合金又は複合体からなる半導体装置用部材について、樹脂との接合における接合強度を改善し、温度サイクル試験等の各種信頼性試験後に  
15 おいても高い樹脂接合強度を維持し得る、優れた樹脂接合性を有する半導体装置用部材、及びこれを用いた半導体装置を提供することを目的とする。

上記目的を達成するために、本発明が提供する樹脂接合性に優れた半導体装置用部材の一つは、W 及び / 又は M o と C u とを主成分とする合金又は複合体を基材とする半導体装置用部材であって、該基材の少なくとも他の半導体装置用部材  
20 を樹脂により接合する面に硬質炭素膜からなる被覆層を有することを特徴とするものである。前記 W 及び / 又は M o と C u とを主成分とする合金又は複合体は、C u を 5 ~ 4 0 重量%含有することが好ましい。

また、本発明が提供する樹脂接合性に優れた半導体装置用部材の他の一つは、A l - S i C を主成分とする合金又は複合体を基材とする半導体装置用部材であ  
25 って、該基材の少なくとも他の半導体装置用部材を樹脂により接合する面に硬質炭素膜からなる被覆層を有することを特徴とするものである。また、前記 A l - S i C を主成分とする合金又は複合体は、S i C を 1 0 ~ 7 0 重量%含有することが好ましい。

更に、本発明が提供する樹脂接合性に優れた半導体装置用部材の他の一つは、

S i - S i Cを主成分とする合金又は複合体を基材とする半導体装置用部材であ  
って、該基材の少なくとも他の半導体装置用部材を樹脂により接合する面に硬質  
炭素膜からなる被覆層を有することを特徴とするものである。また、前記S i -  
S i Cを主成分とする合金又は複合体は、S iを10～35重量%含有すること  
5 が好ましい。

上記本発明の各半導体装置用部材においては、前記被覆層の厚みは、いずれも  
0.1～10  $\mu$ mであることが好ましい。前記基材の被覆層を形成する面は、その  
表面粗さがR<sub>max</sub>で0.1～20  $\mu$ mであることが好ましく、また、その表面に存  
在する孔の深さが100  $\mu$ m以下であることが好ましい。更に、前記基材の被覆  
10 層を形成する面と該被覆層との間に、N iのメッキ層を備えていることが好まし  
い。

また、本発明は、上記した本発明の半導体装置用部材を用いた半導体装置を提  
供するものである。

## 15 図面の簡単な説明

図1は、本発明による半導体装置用部材の一具体例を示す概略の断面図である。

図2は、図1の半導体装置用部材をパッケージと樹脂接合した半導体装置を示  
す概略の断面図である。

図3は、基材表面に設けた被覆層と樹脂接合強度の関係を示すグラフである。

20

## 発明の実施するための最良の形態

本発明においては、半導体装置用部材の基材として、W及び／又はMoとCu  
とを主成分とする合金又は複合体か、Al-S i Cを主成分とする合金又は複合  
体か、又はS i - S i Cを主成分とする合金又は複合体を使用する。これらの合  
25 金又は複合体は、半導体素子やパッケージ等の材料と近似した熱膨張率と、優れ  
た熱伝導率とを兼ね備えている。本発明においては、これらの合金又は複合体で  
構成された基材からなる半導体装置用部材について、パッケージ等の他の部材と  
樹脂で接合する際に、その基材の少なくとも樹脂と接合すべき面に硬質炭素膜の  
被覆層を設けることにより、その樹脂接合強度を改善することができる。

硬質炭素膜とは、ダイヤモンド状炭素、アモルファスカーボン、 $i-C$ 、DL C（ダイヤモンドライクカーボン）などと呼ばれている、アモルファス状のカーボン膜である。グラファイトなどの結晶炭素ではなく、ダイヤモンド自体でもない。この硬質炭素膜の特性はダイヤモンドに類似した点が多く、特にヌーブ硬度  
5 が2,000～10,000 kg/mm<sup>2</sup>であって非常に硬い材料である。

かかる硬質炭素膜を上記合金又は複合体の基材の表面に被覆層として形成することによって、W-CuやMo-Cu、Al-SiC、又はSi-SiCのいずれかを主成分とする合金又は複合体の基材からなる半導体装置用部材と樹脂との接合強度を高めることができ、しかも温度サイクル試験等の各種信頼性試験後に  
10 おいても樹脂接合強度の劣化が小さく、高い樹脂接合強度を維持することができる。このように優れた樹脂接着特性は、硬質炭素膜と樹脂成分との反応速度が極めて小さいためと考えられる。

この硬質炭素膜からなる被覆層の膜厚については、0.1～10  $\mu$ mの範囲が好ましく、0.5～1.5  $\mu$ mの範囲が更に好ましい。硬質炭素膜の膜厚が0.1  $\mu$ m  
15 未満では高い樹脂接着強度が得られず、0.5  $\mu$ m以上とすることで特に望ましい樹脂接着強度が得られる。また、硬質炭素膜の膜厚が10  $\mu$ mを超えると、生産性が低下するため好ましくない。硬質炭素膜は大きい圧縮応力を持つので、膜厚が大きくなると応力が強くなり、基材から剥離しやすくなるため、1.5  $\mu$ m以下の膜厚とすることが望ましい。

20 硬質炭素膜の成膜には、例えば、プラズマCVD法やイオンビーム蒸着法を用いることができる。プラズマCVD法は、高周波放電、直流放電、マイクロ波放電等の作用により炭素を含む原料をプラズマとし、基材表面に堆積させる方法である。このプラズマCVD法によれば、プラズマで基材を叩くので表面を活性化でき、熱CVD法等に比べて低い温度で成膜できるという長所がある。また、イ  
25 オンビーム蒸着法は、メタン等の炭化水素をイオン源においてプラズマとし、引出電極系で加速してイオンビームとし、基材表面に照射して堆積させるものである。このイオンビーム蒸着法は、加速エネルギーが大きいため通常の蒸着に比べて炭素が基材内部まで侵入し、基材との接着性が良いという利点がある。

プラズマCVD法とイオンビーム蒸着法を比較すると、原料をプラズマとする

点は同じであるが、プラズマCVD法では、プラズマをイオンビームとして取り出すのではなく、同一空間内にある基材に直接堆積させるので成膜が迅速であるため、生産性が飛躍的に向上する。即ち、プラズマCVD法の成膜速度はイオンビーム蒸着法の3倍以上であり、バッチ当たりの処理数は数倍～数十倍である。

- 5 また、プラズマCVD法とイオンビーム蒸着法は、ともに基材温度200℃以下で硬質炭素膜を成膜することができ、低温での成膜が可能であるため基材を変質させる恐れがない。

- 硬質炭素膜の被覆層を形成する基材は、従来から基板材料等として使用されているW及び／又はMoとCuとを主成分とする合金又は複合体、Al-SiCを  
10 主成分とする合金又は複合体、若しくはSi-SiCを主成分とする合金又は複合体のいずれかである。W及び／又はMoとCuとを主成分とする合金又は複合体は、例えば特開昭59-21032号公報や特開昭59-46050号公報等に記載されている。また、Al-SiCを主成分とする合金又は複合体は、特開平10-335538号公報等に記載されている。Si-SiCを主成分とする  
15 合金又は複合体は、特開平11-166214号公報等に記載されている。

- これらの硬質炭素膜の製造方法については、W及び／又はMoとCuを主成分とする合金又は複合体は、W粉末及び／又はMo粉末にCu粉末を加えて焼結し、得られたスケルトンにCuを溶浸する溶浸法によるか、又はW粉末及び／又はMo粉末とCu粉末の成形体を焼結する焼結法によって製造することができる。また、Al-SiCを主成分とする合金又は複合体は、鋳造法や、SiCのプリフォームにAlを含浸させる含浸法、Al粉末とSiC粉末若しくはAl-SiC合金又は複合体の粉末の成形体を焼結する焼結法等によって製造することができる。また、Si-SiCを主成分とする合金又は複合体は、鋳造法や、SiCのプリフォームにSiを含浸させる含浸法、Si粉末とSiC粉末若しくはSi-SiC合金又は複合体の粉末の成形体を焼結する焼結法等によって製造することが  
20  
25 ができる。

これらの合金又は複合体は、半導体素子やパッケージ等の材料と近似した熱膨張率と、優れた熱伝導率とを兼ね備えている。例えば、W及び／又はMoとCuとを主成分とする合金又は複合体の場合、Cu含有量が5～40重量%の範囲で、



熱膨張係数が通常  $5 \sim 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  となる。Al-SiCを主成分とする合金又は複合体の場合には、SiC含有量が10～70重量%の範囲で、熱膨張係数が  $8 \sim 20 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  となる。Si-SiCを主成分とする合金又は複合体の場合には、広い組成域にわたって熱膨張係数が  $5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  以下のものが得られるうえ、特にSi含有量が10～35重量%の範囲で  $200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  以上の高い熱伝導率のものが得られる。

一方、Si、Ge、GaAs等からなる現在汎用の半導体素子の熱膨張係数は  $3 \sim 4 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  程度、また基板に接合して用いられるパッケージ部材の熱膨張係数は現在汎用のセラミックパッケージで  $4 \sim 10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  程度、プラスチックパッケージで  $7 \sim 13 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$  程度である。これらの関係から、W及び/又はMoとCuを主成分とする合金又は複合体のCuの含有量は5～40重量%の範囲が好ましく、Al-SiCを主成分とする合金又は複合体のSiC含有量は10～70重量%の範囲が好ましく、Si-SiCを主成分とする合金又は複合体のSi含有量は10～35重量%の範囲が好ましい。

硬質炭素膜の被覆層を形成する基材の表面性状としては、表面粗さをJIS規定における $R_{\text{max}}$ （最大高さ）で  $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$  の範囲にコントロールすることが好ましい。表面粗さが $R_{\text{max}}$  で  $0.1 \mu\text{m}$  より小さいと、その表面に硬質炭素膜の被覆層を形成しても十分なアンカー効果を得ることが困難である。また、 $R_{\text{max}}$  が  $20 \mu\text{m}$  より大きい場合には、酸素等の吸着ガスが多くなり、被覆層形成時に放出されるガス量が多くなるため、成膜に必要な真空度を得ることが困難になったり、基材と被覆層の密着性が低くなったりする。しかしながら、通常は $R_{\text{max}}$  が  $8 \mu\text{m}$  より大きくなると、樹脂接合時に樹脂と基材表面との間に空隙が生じやすくなり、樹脂接合強度のばらつきが大きくなるため、基材表面の $R_{\text{max}}$  を  $0.1 \sim 8 \mu\text{m}$  の範囲とすることが更に好ましい。

また、上記した基材の表面粗さの条件を満たすために、基材表面に生じた孔の深さを  $100 \mu\text{m}$  以下にすることが望ましい。孔の深さが  $100 \mu\text{m}$  よりも深くなると、前述の基材表面の吸着ガス量が多くなると共に、基材上に被覆層を均一な厚みで形成することが困難になるため、被覆層表面にピットが生じやすい。また、接合のための樹脂が十分に回り込みにくくなり、十分な樹脂接合強度を保つ

ことが難しくなるからである。

尚、W及び／又はMoとCuとを主成分とする合金又は複合体、Al-SiCを主成分とする合金又は複合体、あるいはSi-SiCを主成分とする合金又は複合体からなる基材には、基材に耐食性を与え、硬質炭素膜との接合強度を確保するために、その表面に予めNi等のメッキ層を形成することができる。具体的には、電解Niメッキ、あるいは無電解Ni-P又はNi-Bメッキを、1～2 μmの膜厚で施すことが好ましい。

また、硬質炭素膜の密着性を向上させるため、基材又はその表面に設けたNi等のメッキ層と硬質炭素膜との間に中間層を形成しても良い。中間層としては、例えば、アモルファスシリコン、多結晶シリコン、Ge、SiCなどが挙げられる。中間層の膜厚としては、5～500 nm程度が好ましい。この膜厚が5 nm未満では基材表面を完全に覆うことが困難であり、中間層の効果が顕著に現れない。膜厚の上限は数 μmであって良いが、生産性を考慮すると500 nm以下が好ましい。

中間層の成膜には、例えば、PVD法やCVD法など、従来のあらゆる成膜法を利用することが可能である。その場合、中間層の成膜と硬質炭素膜の成膜は、同一の真空槽若しくは多層式の真空装置において、装置内の真空を大気圧に戻すことなく連続して行うのが効果的である。これにより、基材が大気に触れることがないため、中間層と硬質炭素膜との間の密着性の向上も期待できる。

本発明の基材表面に硬質炭素膜を設けた半導体装置用部材とパッケージ等の他の部材との接合に用いる樹脂としては、例えば、銀フィラーやシリカ等のセラミックフィラーが添加されたエポキシ樹脂、ヤング率を低下させるためにシリコーン樹脂を添加したエポキシ樹脂、これらの添加を行っていないエポキシ樹脂、前述のような添加を行ったポリイミド樹脂、添加を行っていないポリイミド樹脂、前述のような添加を行ったフェノール樹脂、添加を行っていないフェノール樹脂、前述のような添加を行ったポリエステル樹脂、添加を行っていないポリエステル樹脂、前述のような添加を行ったシリコーン樹脂、添加を行っていないシリコーン樹脂等を挙げることができる。

本発明の基材表面に硬質炭素膜を設けた部材を用いて、半導体装置を提供する

ことができる。例えば、図1に示すように、基材1の全面に厚み $1 \sim 2 \mu\text{m}$ のNiメッキ層3を形成した後、素子搭載部を含む一面にプラズマCVD法により硬質炭素(DLC)膜2の被覆層を形成する。硬質炭素膜の水素含有量は通常 $30 \sim 40 \text{ at.}\%$ の範囲である。この基材1の硬質炭素膜2を設けた一面も中央部に、図2に示すように、半導体素子4を搭載した後、その硬質炭素膜2を設けた一面の外縁部をセラミックスパッケージ5の表面とエポキシ樹脂7を用いて接合する。尚、図2の符号6aはセラミックスパッケージ5の裏面に形成した半田バンプ、符号6bは半導体素子4とセラミックスパッケージ5を電氣的に接続する半田バンプである。

10

#### 実施例

半導体装置用部材の基材材料として、下記表1に示す組成を有する各複合体を製造した。即ち、Cu-W複合体及びCu-Mo複合体は、溶浸法により密度が実質的に $100\%$ となるように製造した。Al-SiC複合体は、焼結法により製造した。また、Si-SiC複合体は、溶浸法により製造した。

15

これらの複合体を、縦 $100 \text{ mm}$ ×横 $25 \text{ mm}$ ×厚み $2 \text{ mm}$ の板状に加工した後、表面に研削加工又はブラスト加工を施して、表面粗さが $R_{\text{max}}$ で $0.5 \sim 100 \mu\text{m}$ の範囲内でそれぞれ下記表1に示す値となるように加工した。得られた各基材の表面に、下記表1に示す膜厚を有する硬質炭素(DLC)膜の被覆層をプラズマCVD法により形成して、本発明の試料1～17とした。また、比較例として、上記DLC膜を形成する代りに、試料18については電解ニッケルメッキにより基材表面にNi層を形成し、及び試料19については蒸着法により基材表面にAl層を形成した。

20

このように作製した各試料の樹脂接合強度を測定するために、JIS K 6850に基づいて評価を行った。使用した樹脂は銀フィラーを $70 \text{ 重量}\%$ 含有している液状のエポキシ樹脂であり、図3に示すように、2つの試料基板Aの各一端に上記エポキシ樹脂Bを厚さ $25 \mu\text{m}$ となるように塗布し、このエポキシ樹脂Bにより2つの試料基板A同士を接合して、 $180^\circ\text{C}$ で1時間硬化させた。エポキシ樹脂Bの硬化後、 $150^\circ\text{C}$ で24時間の乾燥を施して試験片とした。

25

- このようにして得られた J I S K 6 8 5 0 の各試験片について、その初期接合強度と共に、温度サイクル試験後、P C T 試験 ( P r e s s u r e C o o k e r T e s t ) 後、及び H A S T 試験 ( H i g h l y A c c e l e r a t e d S t r e s s T e s t ) 後、それぞれ接合強度を測定し、その結果を下記表 1
- 5 に併せて示した。尚、温度サイクル試験は、1 5 0 ° C の雰囲気中に 3 0 分及び 6 5 ° C に 3 0 分さすサイクルを、1 0 0 0 サイクル行った。P C T 試験は、1 2 1 ° C × 1 0 0 % R H × 2 a t m の不飽和型の P C T 試験とし、3 0 0 時間行った。また、H A S T 試験は、1 3 1 ° C × 8 5 % R H × 2 a t m の試験条件とし、3 0 0 時間行った。
- 10 上記接合強度の測定は、精密万能試験機 (オートグラフ) を用いて行った。即ち、図 3 に示すごとく、2 つの試料基板 A を接合した試験片の両端に設けたつかみ部 C を試験機のつかみ具で把持し、試験片の長軸とつかみ具の中心線が一直線上になるように注意しながら、5 0 m m / m i n の速度で試験片を長軸方向に引っ張った。試験片が破壊するときの最大荷重を記録し、この値を試験片の樹脂接
- 15 着部分の面積で割り、接合強度とした。

表 1

試料	基板材質 (wt%)	Rmax ( $\mu\text{m}$ )	DLC膜 ( $\mu\text{m}$ )	樹脂接合強度 ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ )			
				初期	温度サイクル後	PCT 後	HAST 後
1	10%Cu-W	5	1.0	1.8	1.5	1.3	1.3
2	15%Cu-W	5	1.0	1.9	1.5	1.3	1.3
3	20%Cu-W	5	1.0	1.8	1.5	1.3	1.3
4	10%Cu-Mo	5	1.0	1.9	1.5	1.3	1.3
5	15%Cu-Mo	5	1.0	1.9	1.5	1.3	1.3
6	20%Cu-Mo	5	1.0	1.8	1.5	1.3	1.3
7	30%Al-SiC	5	1.0	1.8	1.5	1.3	1.3
8	20%Si-SiC	5	1.0	1.8	1.5	1.3	1.3
9	10%Cu-W	0.05	1.0	1.5	1.2	1.1	1.0
10	10%Cu-W	1	1.0	1.6	1.4	1.2	1.1
11	10%Cu-W	10	1.0	1.7	1.4	1.2	1.1
12	10%Cu-W	30	1.0	1.7	1.3	1.2	1.0
13	10%Cu-W	5	0.05	1.5	1.4	1.1	1.0
14	10%Cu-W	5	0.1	1.6	1.4	1.2	1.1
15	10%Cu-W	5	2	1.7	1.5	1.4	1.3
16	10%Cu-W	5	5	1.5	1.3	1.2	1.0
17	10%Cu-W	5	15	1.5	1.3	1.0	1.0
18*	10%Cu-W	5	Ni/1.0	1.4	0.9	0.7	0.4
19*	10%Cu-W	5	Al/1.0	1.8	1.1	0.9	0.8

(注) 表中の \* を付した試料は比較例である。

樹脂接合強度として基本的に要求されるのは樹脂接合時の初期強度であり、これが一般的に剪断強度で  $1.5 \text{ kgf}/\text{mm}^2$  以上であれば問題ない。ただし、これに加えて、温度サイクル試験、PCT試験、HAST試験での剪断強度が重要となる。例えば、1000サイクルの温度サイクル試験の後、若しくは300時間のPCT又はHAST試験の後において、剪断強度で  $1.0 \text{ kgf}/\text{mm}^2$  以上あれば全く問題がなく、充分実用に供することができる。

本発明の各試料1～17は、上記表1の結果から分かるように、初期接合強度及び各信頼性試験後の接合強度がいずれも上記剪断強度の条件を満たしており、良好な樹脂接合強度を有していた。

一方、比較例の試料については、Ni層を形成した試料18では、樹脂接合強

度が初期から  $1.5 \text{ kg f/mm}^2$  以下であり、温度サイクル試験後、PCT試験後、及びHAST試験後はいずれも  $1.0 \text{ kg f/mm}^2$  以下に過ぎなかった。また、比較例のA1層を形成した試料19では、初期から温度サイクル試験後までは  $1.0 \text{ kg f/mm}^2$  以上であったが、PCT試験及びHAST試験後には  $1.0 \text{ kg f/mm}^2$  又はそれ以下となり、樹脂接合強度の劣化が著しかった。

#### 産業上の利用可能性

- 本発明によれば、熱伝導率と熱膨張率に優れたCu-W又はCu-Mo合金又は複合体、Al-SiC合金又は複合体、又はSi-SiC合金又は複合体からなる半導体装置用部材について、この部材をパッケージ等の他の部材と樹脂を用いて接合する際の樹脂接合強度が改善向上され、温度サイクル試験等の各種信頼性試験後においても高い樹脂接合強度を維持し得る半導体装置用部材、及びこれを用いた半導体装置を提供することができる。

## 請求の範囲

1. W及び／又はMoとCuとを主成分とする合金又は複合体を基材とする半導体装置用部材であって、該基材の少なくとも他の半導体装置用部材を樹脂により接合する面に硬質炭素膜からなる被覆層を有することを特徴とする半導体装置用部材。
2. 前記W及び／又はMoとCuとを主成分とする合金又は複合体は、Cuを5～40重量%含有することを特徴とする、請求項1に記載の半導体装置用部材。
3. Al-SiCを主成分とする合金又は複合体を基材とする半導体装置用部材であって、該基材の少なくとも他の半導体装置用部材を樹脂により接合する面に硬質炭素膜からなる被覆層を有することを特徴とする半導体装置用部材。
4. 前記Al-SiCを主成分とする合金又は複合体は、SiCを10～70重量%含有することを特徴とする、請求項3に記載の半導体装置用部材。
5. Si-SiCを主成分とする合金又は複合体を基材とする半導体装置用部材であって、該基材の少なくとも他の半導体装置用部材を樹脂により接合する面に硬質炭素膜からなる被覆層を有することを特徴とする半導体装置用部材。
6. 前記Si-SiCを主成分とする合金又は複合体は、Siを10～35重量%含有することを特徴とする、請求項5に記載の半導体装置用部材。
7. 前記被覆層の厚みが0.1～10 $\mu$ mであることを特徴とする、請求項1～6のいずれかに記載の半導体装置用部材。
8. 前記基材の被覆層を形成する面は、その表面粗さがR<sub>max</sub>で0.1～20 $\mu$ mであることを特徴とする、請求項1～7のいずれかに記載の半導体装置用部材。
9. 前記基材の被覆層を形成する面は、その表面に存在する孔の深さが100 $\mu$ m以下であることを特徴とする、請求項1～8のいずれかに記載の半導体装置用部材。
10. 前記基材の被覆層を形成する面と該被覆層との間に、Niのメッキ層を備えていることを特徴とする、請求項1～9のいずれかに記載の半導体装置

用部材。

11. 請求項1～10のいずれかに記載の半導体装置用部材を用いた半導体装置。



FIG. 1

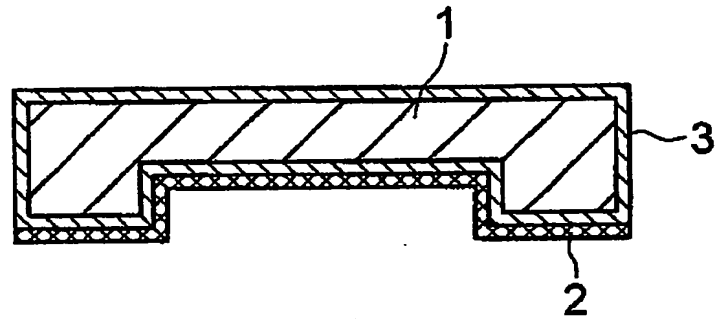


FIG. 2

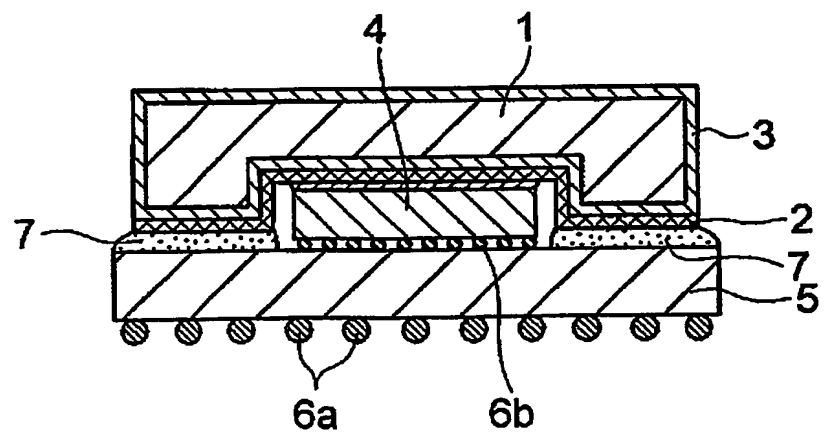
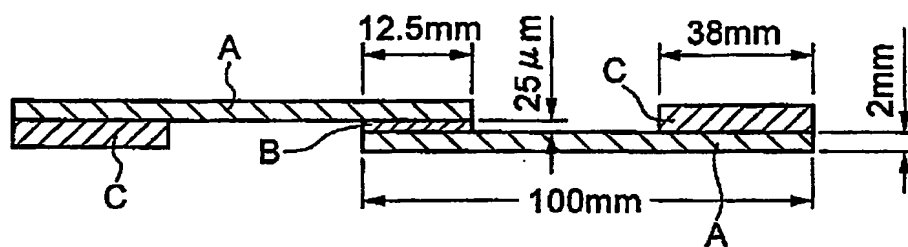


FIG. 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L23/36, H01L23/373

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L23/36, H01L23/373

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 96/02942 A1 (OLIN CORP.), 01 February, 1996 (01.02.96), Claims 1, 12, 13, 16, 21, 22; page 7, line 16 to page 8, line 26; page 13, lines 15 to 24; page 15, lines 26 to 30; Figs. 2, 3 & JP 10-504136 A Page 10, line 15 to page 11, line 10; page 14, lines 17 to 22; page 16, lines 6 to 10; Figs. 2, 3; Claims 1, 12, 13, 16, 21, 22 & EP 771473 A1 & US 5608267 A & KR 97705179 A & TW 307037 A & PH 31772 A	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing  
date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
cited to establish the publication date of another citation or other  
special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
means  
"P" document published prior to the international filing date but later  
than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or  
priority date and not in conflict with the application but cited to  
understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered to involve an inventive step when the document is  
combined with one or more other such documents, such  
combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
29 September, 2003 (29.09.03)

Date of mailing of the international search report  
14 October, 2003 (14.10.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08624

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 95/31006 A1 (SILICONIX INC.), 16 November, 1995 (16.11.95), Page 5, lines 19 to 27; page 14, line 28 to page 19, line 14; Claims 1, 7, 8 & JP 9-500240 A Claims 1, 7, 8; page 8, lines 11 to 16; page 16, line 8 to page 20, line 8 & US 5753529 A & KR 232410 B	1-11
Y	JP 10-284643 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 23 October, 1998 (23.10.98), Par. Nos. [0027], [0029], [0030] (Family: none)	1,2,7-11
Y	US 4680618 A (NARUMI CHINA CORP.), 14 July, 1987 (14.07.87), Column 6, line 35 to column 6, line 36; table 1, 2 & JP 59-46050 A	1,2,7-11
Y	JP 2000-297301 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 24 October, 2000 (24.10.00), Par. Nos. [0027], [0038]; table 1 (Family: none)	3,4,7-11
Y	JP 5-17227 A (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 26 January, 1993 (26.01.93), Claims 1, 3 (Family: none)	5,6,7-11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08624

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

(See extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08624

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet(1)

Where a group of inventions are claimed, the requirement of unity of invention shall be fulfilled only when there is a special technical feature which links the group of inventions so as to form a single general inventive concept. A group of inventions according to claims 1 to 11 are considered to be linked only in a matter that "a member for a semiconductor device which has, as a base material, an alloy or a composite material and also has a coating layer comprising a hard carbon film formed on the surface of the base material (1) for the joining of at least another member by the use of a resin".

The above matter may not be a special technical feature, since it is described in prior technical documents, WO 95/31006 A1 (SLICONIX INCORPORATED) and WO 96/02942 A1 (OLIN CORPORATION).

Accordingly, there is no special technical feature among a group of inventions according to claims 1 to 11 which links the inventions so as to form a single general inventive concept and thus it is clear that a group of inventions according to claims 1 to 11 do not comply with the requirement of unity of invention.

And, it is considered, from manners of specifying inventions described in dependent claims, that claims of this international application describe three inventions classified into claims 1 to 2 and 7 to 11, 3 to 4, and 5 to 6.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' H01L23/36, H01L23/373

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' H01L23/36, H01L23/373

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 96/02942 A1 (OLIN CORPORAION) 1996.02.01 claim 1, 12, 13, 16, 21, 22, 第7頁第16行-第8頁第26行、 第13頁第15-24行、第15頁第26-30行、FIG. 2. FIG. 3  & JP 10-504136 A 第10頁第15行-第11頁第10行、第14頁第17-22行、 第16頁第6-10行、FIG. 2, FIG. 3、請求項1, 12, 13, 16, 21, 22 & EP 771473 A1 & US 5608267 A & KR 97705179 A & TW 307037 A & PH 31772 A	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.09.03

国際調査報告の発送日

14.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 拓也

4R

9169

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	WO 95/31006 A1 (SILICONIX INCORPORATED) 1995.11.16 第5頁第19-27行、第14頁第28行-第19頁第14行、claim 1, 7, 8  & JP 9-500240 A 請求項1, 7, 8、第8頁第11-16行、第16頁第8行-第20頁第8行 & US 5753529 A & KR 232410 B	1-11
Y	JP 10-284643 A (住友電気工業株式会社) 1998.10.23 【0027】 【0029】 【0030】 (ファミリーなし)	1, 2, 7-11
Y	US 4680618 A (NARUMI CHINA CORPORATION) 1987.07.14 第6欄第35行-第6欄第36行、TABLE 1, TABLE 2  & JP 59-46050 A	1, 2, 7-11
Y	JP 2000-297301 A (住友電気工業株式会社) 2000.10.24 【0027】 【0038】 【表1】 (ファミリーなし)	3, 4, 7-11
Y	JP 5-17227 A (工業技術院長) 1993.01.26 【請求項1】 【請求項3】 (ファミリーなし)	5, 6, 7-11



## 第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

(特別ページ) 参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

## (第Ⅱ欄の続き)

請求の範囲に記載されている一群の発明が単一性の要件を満たすには、その一群の発明を単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴の存在が必要であるところ、請求の範囲1～11に記載されている一群の発明は、「合金又は複合体を基材とする半導体装置用部材であって、該基材の少なくとも他の半導体装置用部材を樹脂により接合する面に形成された硬質炭素膜からなる被覆層を有する半導体装置用部材」であるという事項でのみ連関していると認められる。

しかしながら、この事項は先行技術文献、WO 95/31006 A1 (SLICONIX INCORPORATED)、WO 96/02942 A1 (OLIN CORPORATION) に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。

そうすると、請求の範囲1～11に記載されている一群の発明の間には、単一の一般的発明概念を形成するように連関させるための、特別な技術的特徴は存しないこととなる。そのため、請求の範囲1～11に記載されている一群の発明が発明の単一性の要件を満たしていないことは明らかである。

そして、独立請求の範囲に記載されている発明の特定の態様からすると、この国際出願の請求の範囲には、1～2及び7～11、3～4、5～6に区分される3個の発明が記載されていると認める。